T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

İTFAİYECİLİK VE YANGIN GÜVENLİĞİ

TEMEL KİMYA–2
524KI0224

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 3
1. SIVILAR 3
1.1. Sıvıların Özellikleri 4
1.2. Sıvılarda Yoğunluluk 5
1.3. Sıvı Karışımlarının Yoğunluğu 6
1.4.1. Dansimetre (Yoğunluk Ölçer) 10
1.4.2. Bomemetre (Yoğunluk Karşılaştırıcı) 11
1.4.3. Alkolimetre 11
1.4.4. Piknometre ile Özgül Ağırlık Tayini 12
UYGULAMA FAALİYETİ 15
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 18
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 20
2. YÜZEY GERİLİMİ VE VİSKOZİTE 20
2.1. Yüzey Gerilimi ve Ölçme Metotları 20
2.1.1. Stalagmometre ile Yüzey Gerilim Ölçümü 23
2.2. Viskozite 24
2.2.1. Sıvının Viskozitesi Üzerine Sıcaklık ve Basınç Etkisi 24
2.2.2. Stokes Yasası 24
2.2.3. Kapiler Akma Yöntemi 26
2.2.4. Oswald Viskozimetresi 27
UYGULAMA FAALİYETİ 29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 34
MODÜL DEĞERLENDİRME 35
CEVAP ANAHTARLARI 36
KAYNAKÇA 37

AÇIKLAMALAR

KOD	**524KI0224**
ALAN	**İtfaiyecilik ve Yangın Güvenliği**
DAL/MESLEK	**Alan Ortak**
MODÜLÜN ADI	**Temel Kimya-2**
MODÜLÜN TANIMI	Sıvıların özkütlesini dansimetre ve piknometre ile ölçme ve viskozitesini bulabilme ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖNKOŞUL	Temel Kimya–1 modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Kimya temel işlemlerini yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam sağlandığında maddenin hâllerini inceleyebileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Sıvıların özkütlesini dansimetre ve piknometre ile bulabileceksiniz. **2.** Sıvıların viskozitesini bulabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Laboratuvar, sınıf ortamı, kendi kendine veya grupla çalışılabilecek tüm ortamlar **Donanım:** Mezür, dansimetre, bomemetre, laktodansimetre, alkolometre, kimyasallar için malzeme güvenliği bilgi formları (MSDS), Oswald viskozimetresi, kronometre, sıvı madde kimyasallar için malzeme güvenliği bilgi formları (MSDS)
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Maddenin sıvı hâli, belirli bir şekle sahip değildir. Sıvılar, akışkan olduğundan bulunduğu kabın şeklini alır. Sıvı hâlde atom veya moleküller katılardan daha düzensizdir. Tanecikler arası boşluklar katılardan daha fazladır ama sıkıştırılmaz. Biraz düzensiz hareket vardır. Ayrıca bulunduğu kabın şeklini alır ve bir hâlden başka bir hâle girebilir.

Çevremize baktığımız zaman ilk aklımıza gelen sıvının su olduğunu biliyoruz sıvı maddelerden bir tanesi olan su, yaşamımız için en önemli temel maddedir. Ayrıca üretimde ve sanayide suyun yanında petrol zeytinyağı ispirto ve alkol gibi sıvılar kullanılmaktadır.

Kısacası, hayat için gerekli işlemlerin gerçekleştirilmesi için sıvı bir ortamın varlığı zorunludur. Sıvıların en ideali daha doğrusu tek ideal olanı ise sudur. Suyun hayat için olağanüstü derecede uygun özelliklere sahip olduğu, eskiden beridir bilim adamlarının dikkatini çekmiştir. Suyun genel doğa kanunlarına aykırı gibi görünen bazı termal özellikleri de bu maddenin yaşam için özel yaratıldığının bir kanıtıdır.

Evrenin kanunları sadece maddenin katı ve gaz hâline izin vermiş olsa hayat hiçbir zaman var olamayacaktır. Çünkü katı maddelerde atomlar birbirleri ile çok iç içe ve durgundur ve canlı organizmaların gerçekleştirmek zorunda oldukları dinamik moleküler işlemlere kesinlikle izin vermez. Gazlarda ise atomlar hiçbir istikrar göstermeden serbestçe uçuşur ve böyle bir yapı içinde canlı organizmaların karmaşık mekanizmalarının işlemesi mümkün değildir.

Bu modülde hedeflenen yeterlikleri edinmeniz durumunda tüm sıvılar hakkında yeterli bilgiye sahip olup ortam sağlandığında sıvıların özelliklerini yoğunluk ölçümlerinde kullanılan araçları kullanarak yüzey gerilim ve sıvının viskozitesi üzerine etkisini inceleyebileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak sıvıların özkütlesini dansimetre ve piknometre ile bulabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde karşılaştığınız sıvı maddeler nelerdir? Araştırınız.
- Etrafınızda süs eşyası olarak kullandığınız camların içinde bulunan renkli ve birbirine karışmayan sıvılar nasıl hazırlanır? Araştırınız.

1. SIVILAR

Kullandığımız su, akarsular, göller, denizler, sıvı yağlar, meyve suları, süt, benzin, sirke gibi maddeler sıvı maddelerdir. Sıvı maddelerin belli bir şekli yoktur. Bu nedenle konulduğu kabın şeklini alır. Hacimleri bellidir. Ancak ısı etkisiyle hacimleri değişebilir. Sıvı maddeler akışkanlık özelliğine sahiptir. Sıvı olmadığı hâlde sıvı gibi akan katı tanecikli maddeler de vardır. Toz şeker, tuz un, toz deterjan, ince kum gibi maddeler, konulduğu kabın şeklini alır. Bir kaptan başka bir kaba sıvı gibi aktarılabilir. Bu tür maddelerin sıvı gibi görünmesinin nedeni çok küçük taneciklerden oluşmasıdır.

Maddenin sıvı hâli, gaz hâlinden katı hâle geçişte ortaya çıkan bir ara hâldir. Sıvıların kimi özellikleri katılarınkine benzer. Sıvılar da katılar gibi sıkıştırılamaz. Hacmi belirlidir, konulduğu kapta daima belirli bir yer kaplar, kabı bütünüyle dolduramaz. Kimi özellikleri gazlarınkine benzer. Belirli bir biçimleri ve yüzeyleri yoktur, konulduğu kabın biçimini alır. Kimi özellikleri de gazlarla katılar arasındadır. Birbiri içinde yayılır. Akıcılıkları katılarınkinden çok gazlarınkinden azdır.

Resim 1.1: İçine koyuldukları kabın şeklini almış sıvılar

1.1. Sıvıların Özellikleri

Sıvılar, yoğunlaşmış gazlar ya da düzensiz katılar olarak düşünülebilir. Sıvı hâl, tanecikler arasındaki çekme ve bu parçacıkların kinetik enerjilerine bağlıdır. Çekim kuvvetleri, sıvıyı belirli bir hacimde tutar ve kinetik enerji de parçaların hareketliliğini sağlar. Dolayısıyla bu hareket sıvıya akışkanlık sağlar. Sıvılar ve gazlar akışkanlık, kohezyon ve bulunduğu kabın şeklini alma özelliğini paylaşır. Sıvıların çoğunluğu oda sıcaklığında moleküler hâldedir. Bir damla sıvı bir yüzey boyunca film hâlinde yayılırsa bu sıvının yüzeyi ıslattığı söylenir. Bir sıvı damlasının bir yüzeyi ıslatması ya da yüzey üzerinde küresel biçimde kalması, iki zıt kuvvetin büyüklüğüne bağlıdır. Bunlar kohezyon ve adezyon kuvvetleridir. Benzer moleküller arasındaki kuvvetlere kohezyon, kuvvetleri farklı moleküller arasındaki kuvvetlere ise adezyon kuvvetleri denir. Kohezyon kuvvetleri baskınsa damla biçimini korur. Adezyon kuvvetleri sayesinde de yüzey ıslanır. Suyun temizlik aracı olarak kullanılmasının nedeni de budur. Deterjan katılarak hem yağı temizler hem de yüzey gerilimi düşürülür. Yüzey geriliminin düşmesi, damlanın film hâlinde yayılması için gereken enerjinin azalması demektir. Suyun yüzey gerilimini düşürerek kolayca yayılmasını sağlayan maddelere ıslatma maddeleri denir.

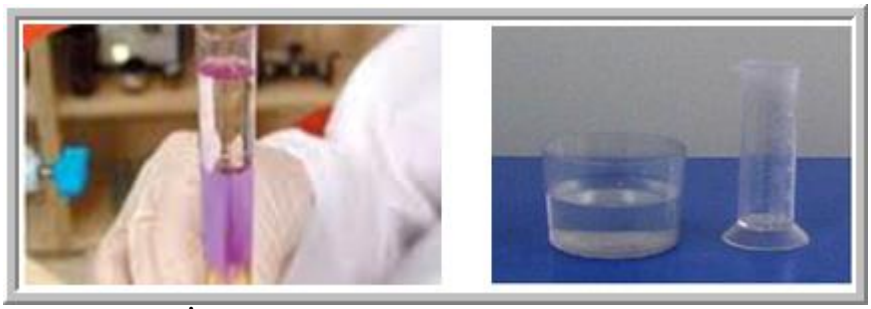
Moleküller arası çekim kuvveti nedeniyle moleküller dağınık olarak değil belli bir hacim içinde sıkışmış olarak bulunur. Daha yavaş olmakla birlikte sıvı moleküllerinin hareketi izlenebilir. Mesela bir kaptaki suya bir damla mürekkep damlatılırsa herhangi bir karıştırma olmadığı hâlde rengin sıvıya nasıl yayıldığı görülebilir. Böyle bir gözlem 1827 yılında ilk kez botanikçi Robert Brown tarafından yapılmıştır. Brown yaklaşık 10-4 cm çapındaki küçük parçacıkları suya bıraktığında gelişi güzel zikzak hareketler yaptığını görmüştür. Daha sonra gaz veya sıvıların bu tür hareketlerine "Brown Hareketi" denmiştir.

Basıncın artırılmasının sıvı hacmi üzerinde hemen hemen bir etkisi yoktur. Bunun gazlarda olduğu gibi moleküller arasında belli bir boşluğun olmamasıdır. Sıvıların hacmi gazların tersine sabittir ancak katıların tersine belli bir şekli yoktur, bulunduğu kabın şeklini alır. Mesela 50 ml'lik bir sıvı hangi kaba konulursa konulsun daima 50 ml gelir ancak şekli tamamen kabın şekline bağlıdır.

Resim 1.2: Aynı miktar hacimdeki farklı kaplardaki eşit hacimli sıvılar

Basıncın sıvı hacmine hemen hemen hiç etkisi yok iken sıcaklık artışı hacmin artması yönünde etkir. Çünkü sıcaklığın artışı ile moleküller birbirinden uzaklaşır, hacim genişler. Eğer sıcaklık artması devam ederse kinetik enerji, bunun sonucu olarak moleküllerin hızı artmaya devam edeceğinden öyle bir noktaya gelir ki moleküller arası çekim kuvveti yenilir ve molekül serbest hâle geçer. Bu, sıvının gazlaşması yani buharlaşmasıdır.

Sıvılar birbiri içinde dağılabilir. Ancak bu gazınkinden çok yavaştır ve gazlarınkinin tersine bütün sıvılar birbiri içinde dağılmaz. Mesela, alkol ile su birbiri içinde dağılırken su ve benzen dağılmaz. Bir kapta 10 ml su ile 10 ml alkol karıştırılırsa toplam hacmin 20 ml den daha az olduğu görülür. Bunun nedeni su ve alkol moleküllerinin birbirlerinin molekülleri arasındaki boşluklara dağılmış olmasıdır.



Resim 1.3: İspirto ile yağın faz oluşumu ve alkolün suda dağılması

Sıvıların viskozitesi: Sıvıların akmaya karşı gösterdiği dirençtir. Sıvıların akışkanlık özelliğini belirleyen faktör, sıvının viskozitesidir. Ayrıca sıvıların buhar basınçları da vardır. Sıvıların buharlaşması: Belli bir sıcaklıkta moleküllerin hızları ve dolayısıyla kinetik enerjileri birbirine eşit değildir ve biz ortalama değerleri kullanırız. Kimi moleküller, moleküller arası çekim kuvvetlerini yüksek kinetik enerjilere sahiptir ve bunlar sıvıdan kurtulabilir. Moleküllerin bu şekilde sıvı yüzeyinden gaz ya da buhar hâline geçmesine buharlaşma denir. Bir sıvının buharlaşma eğilimi, sıcaklık arttıkça artar ve moleküller arttıkça azalır. Belirli bir miktar sıvıyı sabit sıcaklıkta buharlaştırmak için verilmesi gereken ısı miktarına buharlaşma entalpisi denir.

Sıvılar yoğunlaşmış gazlar ya da düzensiz katılar olarak düşünülebilir. Sıvı hâl tanecikler arasındaki çekme bu parçacıkların kinetik enerjilerine bağlıdır. Çekim kuvvetleri sıvıyı belirli bir hacimde tutar ve kinetik enerjide parçaların hareketliliğini sağlar. Dolayısıyla bu hareket sıvıya akışkanlık sağlar. Sıvılar ve gazlar akışkanlık, kohezyon ve bulundukları kabın şeklini alma özelliğini paylaşır. Sıvıların çoğunluğu oda sıcaklığında moleküler hâldedir.

1.2. Sıvılarda Yoğunluluk

Sıvıları birbirinden ayırt etmenin en kolay yolu yoğunluğunu bulmaktır. Sıvıların yoğunluğu dansimetre ya da piknometre ile ölçülür.

Bazı maddeleri birbirinden ayırt etmek kolaydır. Örneğin, su ile sütü birbirinden kolaylıkla ayırt edebiliriz. Fakat etil alkol ile suyu kolay kolay ayırt edemeyiz. Bir maddenin

birim hacminin kütlesine özkütle veya yoğunluk denir. Birim hacim olarak 1 cm^3, kütle birimi olarak da g alırsak özkütle birimi g/cm^3 olur.

Resim 1.4: Sıvı

Aynı hacme sahip iki cisimden diğerine göre yoğunluğu fazla olanın kütlesi de daha fazladır. Ortalama yoğunluk ise bir cismin toplam kütlesinin toplam hacmine oranıdır.

SI birim sisteminde yoğunluk (**kg/m^3**) olarak verilir.

$$d = \frac{m}{v}$$

d: cismin yoğunluğu (kilogram bölü metreküp)
m: cismin toplam kütlesi (kilogram)
V: cismin toplam hacmi (metreküp)

Sıvılarda özkütle ölçülürken sıvının madde miktarı önemli değildir. Örneğin, bir bardak su ile bir sürahi suyun hacim ve kütleleri farklı olmasına rağmen ikisinin de yoğunluğu aynıdır. Özdeş iki bardağa su konulduğunda iki örneğin kütlesi de eşit olur.

Buna dayanarak aynı tür maddelerin birim hacimlerinde eşit miktarlarda madde bulunur diyebiliriz. Her maddenin birim hacminin kütlesi birbirinden farklıdır. Sıvıların hacimleri, sıcaklık değişikliklerinden etkilendiği için yoğunluk tayini genellikle 20 ºC veya 15,6 ºC'de yapılmalıdır.

1.3. Sıvı Karışımlarının Yoğunluğu

Sıvıları birbirinden ayırt etmenin en kolay yolu yoğunluğunu bulmaktır. Sıvıların yoğunluğu dansimetre ya da piknometre ile ölçülür. Birden fazla sıvının birbirine karıştırılmasıyla oluşan karışımın özkütlesi, karışımı oluşturan maddelerin kütlelerinin toplamının hacimlerinin toplamına bölünmesiyle bulunur. Kütle/hacim oranı sıvının miktarına değil türüne bağlıdır. Bu yüzden farklı olan sıvı maddelerin kütle/hacim oranları da farklıdır. Özkütle, sıvılar için ayırt edici bir özelliktir. Sıvı karışımının özkütlesi bulunurken sıvıların birbiri içinde çözünüp çözünmediğine dikkat edilmelidir. Sıvılar birbiri içinde çözünüyorsa hacim küçülmesi olur, çözünmüyorsa olmaz. Birbirine türdeş olarak karışabilen aynı sıcaklıktaki sıvıların karıştırılmasıyla karışan sıvıların özkütlelerinden farklı

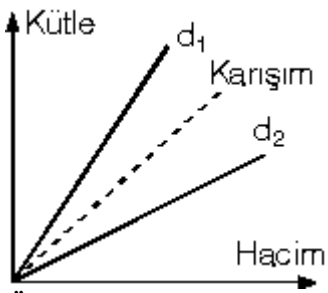
özkütleli bir karışım elde edilir. Karışımın özkütlesi, birbirine karışan sıvıların özkütlelerine ve karışma oranlarına bağlıdır.

$$d_{karışım} = \frac{\text{Karışıma katılan sıvıların toplam kütlesi}}{\text{Karışıma katılan sıvıların toplam hacmi}}$$

$$d_K = \frac{m_1 + m_2 + \ldots}{V_1 + V_2 + \ldots}$$

eşitliği ile bulunur.

Karışımın özkütlesi, karışan sıvıların özkütleleri arasında bir değer alır. Örneğin, d_1 ve d_2 özkütleli sıvıların karışımlarının özkütlesi dakika olsun. Eğer $d_1 > d_2$ ise karşımın özkütlesi $d_1 > d_k > d_2$ olacak şekilde arada bir değer almak zorundadır. Hangi sıvıdan hacimce fazla karışım olursa karışımın özkütlesi o sıvının özkütlesine daha yakındır.



Grafik 1.1: Özkütle belirlemede kütle hacim grafiği

Özel durumlar:

Özkütleleri d1 ve d2 olan sıvılardan eşit hacimde karışım yapılmış ise karışımın özkütlesi;

$$d_K = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad \text{dir.}$$

Karışımda özkütlesi büyük olan madde kütlece fazla demektir. Karışımı meydana getiren maddelerden eşit kütlede karışım yapılmış ise karışımın özkütlesi;

$$d_K = 2 . \frac{d_1 . d_2}{d_1 + d_2} \text{ olur.}$$

Bu tip karışımlarda özkütlesi büyük olan maddeden hacimce az karıştırılmış denir.

1.4. Yoğunluk Ölçümünde Kullanılan Araçlar

Sıvılarda yoğunluk ölçümü için kullanılan dalıcı ve yüzücü aletler "Aerometre" olarak adlandırılır. Aerometrelerin temel ilkesi, sıvının kaldırma kuvvetinin sıvı yoğunluğu ile doğru orantılı olmasıdır. Sıvı içine daldırılarak kullanılır.

Doğrudan yoğunluğu verecek şekilde işaretlenebildikleri gibi Bome (Baumé), alkol yüzdesi, süt yoğunluğu vb. için de derecelendirilmiş olanları bulunmaktadır. Bu durumda bomemetre, alkolometre, laktodansimetre gibi isimler alır. Aerometrelerin esası aynı cismin yüzdüğü bütün sıvılarda aynı ağırlıktaki sıvı ile yer değiştirmesi ilkesine dayanır. Yer değiştiren sıvının ağırlığı hacmine ve yoğunluğuna bağlıdır. Aynı yüzücü cismin iki sıvıda yer değiştirttiği hacimlere V_1, V_2 ; sıvıların yoğunluklarına ise d_1, d_2 dersek;

$V_1 . d_1 = V_2 . d_2$ eşitliğinden $d_1 / d_2 = V_2 / V_1$ olur.

Aynı yüzücü cisimle değişik sıvıların yer değiştiren hacmi sıvıların yoğunlukları ile ters orantılıdır. Eğer yüzücü cismin üst tarafında belirli çapta bir silindir oluşursa yer değiştiren hacimler cismin batış derinliği ile orantılıdır.

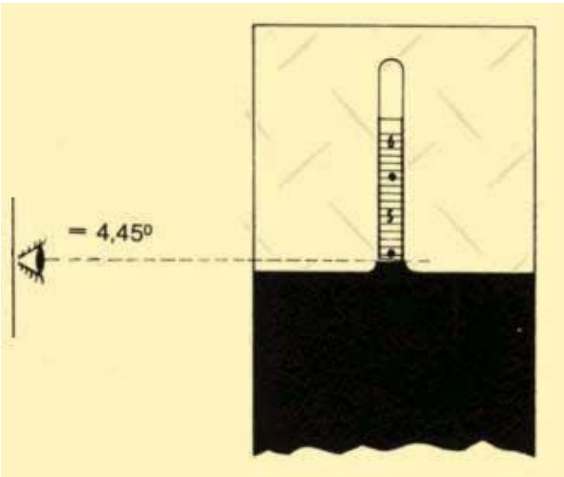
$d_1 / d_2 = H_2 / H_1$

Resim 1.5: Çeşitli aerometreler

Bu temel prensipten yola çıkılarak çeşitli areometreler geliştirilmiştir. Areometre ile çalışırken dikkat edilmesi gereken kurallar vardır.

Areometrenin skalası kontrol edilerek taksimatların neye denk geldiğini belirlemek gerekir.

- Kullanılacak areometrenin tamamen kuru ve temiz olması gerekmektedir.
- Sıcaklık düzeltmesi yapılacağından areometrenin ayar edildiği sıcaklık, üzerinden okunarak kaydedilmelidir.



Şekil 1.1: Aerometrelerin doğru okunma şekli

- Sıvının koyulacağı silindirin hacmi areometreye uygun olmalıdır. Areometre, kabın çeperlerine çarpmadan serbestçe yüzebilmelidir.

Resim 1.6: Aerometreler

Bazı areometrelerde okumada kolaylık sağlamak için virgülden önceki kısımlar atılarak skalaya virgülden sonraki kısım eklenmiştir. Yani skaladan 30 değeri okunursa yoğunluk 1,030 a, 5 okunursa buda 1.005 değerine denk gelmektedir.

1.4.1. Dansimetre (Yoğunluk Ölçer)

- Çalışmaya başlamadan önce dansimetrenin ölçeği kontrol edilerek taksimatların neye denk geldiği belirlenmelidir.
- Ölçmede kullanılacak dereceli silindirin (mezür) boyutları kullanılacak dansimetrenin boyutlarına uygun olmalıdır. Dereceli silindirin çapı, dansimetrenin çapından en az 1,5 – 2 cm büyük ve yüksekliği de daha fazla olmalıdır. Ölçüm sırasında dansimetre, kabın çeperlerine ve tabanına dokunmamalıdır.
- Dansimetre ve dereceli silindir, kullanılmadan önce temizlenmeli ve kurulanmalıdır.
- Yoğunluğu saptanacak örnek, herhangi bir yabancı madde içermemesi için süzülmelidir.
- Yoğunluğu saptanacak sıvının sıcaklığı ölçülmelidir. Sıcaklık düzeltmesi yapabilmek için sıcaklık düzeltme katsayısı ile düzeltme yapılmalıdır.

Sıcaklık düzeltme katsayısı 0,2'dir. Sıcaklık arttığında yoğunluk azalacaktır. Bu nedenle numunenin sıcaklığı, dansimetrenin sıcaklığından yüksekse hesaplanan sıcaklık düzeltmesi okunan değerin üzerine eklenir, düşük ise okunan değerden çıkarılır.

Örnek: 15 ºC'ye ayarlı bir dansimetre ile 19 ºC'deki sıvının yoğunluğu 1,032 g/cm^3 bulunmuştur. Burada düzeltme şöyle yapılır:

19 - 15 = 4 ^{0}C, 4 x 0,2 = 0,8 , 1,032 + 0,8 = 1.832 g/ml olarak hesaplanır.

d = 1,832 g/ml

Sıcaklık düzeltme katsayısına gerek duyulmadan sıvının sıcaklığının dansimetrenin sıcaklığına ayarlanmasıyla daha kolay ölçüm de yapılabilir.

- Ayarlamalar yapıldıktan sonra dansimetre örnek içerisine yavaş yavaş daldırılmalı ve boyun kısmı ıslatılmadan su yüzeyi üzerine bırakılmalıdır. Çünkü boyun kısmına tutunacak olan damlalar dansimetrenin ağırlığına etki edeceğinden ölçümü etkiler.

- Okuma, dansimetrenin dikey salınımı durduktan sonra gerçekleştirilmelidir. Okuma sırasında dansimetrenin boyuna tırmanan sıvı göz önüne alınmamalı ve göz tam sıvı yüzeyi düzeyine getirilerek okuma gerçekleştirilmelidir.

1.4.2. Bomemetre (Yoğunluk Karşılaştırıcı)

Sabit ağırlıklı bir yoğunluk ölçerdir. 1961 yılında Baume tarafından tasarlanmıştır. Taksimatı gelişigüzel seçilmiş olan bu araç ve birim, herhangi bir çözeltinin derişiminin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Resim 1.7: Bomemetre

Bome aerometresi yoğunluk ve şekere göre değil de %10'luk tuzlu suya göre kalibre edilmiştir. Sudan ağır sıvılara ait olan bome aerometrelerinin 15 °C'deki suda battığı yer (0), %10'luk tuz çözeltisinde battığı yere 10 koyularak kalibrasyonu yapılmıştır. Aerometrelerde skala 0-10 arasında eşit olarak bölünmüştür ve her bir çizgi %1 tuza (NaCl) denk gelecek şekilde ayarlanmıştır.

Bome aerometresi çözeltideki g/100 ml olarak tuz (NaCl) miktarını ifade eder. Aynı zamanda sanayide şekerli sıvıların, tuzlu çözeltilerin ve çeşitli çözeltilerin yoğunluğunun ölçülmesinde de kullanılır. En fazla şıra ve şarapçılıkta kullanılır.

1.4.3. Alkolimetre

Alkol ve su karışımında ağırlık ve hacim olarak % alkol miktarını verir. Alkol tayininde kullanılan areometreler genellikle % hacim gösterenler olup 15,56 °C'ye göre kalibre edilmiştir. Sıcak düzeltme faktörü beher derecesi için 0,18'dir. Yalnız bu sıcaklık düzeltmesi 15,5 °C'ye yakın olan sıcaklıklarda yapılmalıdır.

Alkolimetrede rakamlar diğer areometrelerin aksine aşağıdan yukarı doğru yükseldiğinden sıcaklık düzeltmesi diğer areometrelerin tersine yapılır. Yani çözelti sıcaklığı aerometre kalibrasyon sıcaklığından yüksekse sıcaklık düzeltmesi bulunan değerden çıkarılır. Eğer daha düşükse bulunan değere eklenir.

Örnek:

17,5 °C'de alkolimetre 11,9 okunuyorsa ve aerometre cihazının kalibrasyonu 15,5 °C'ye göre yapılmışsa sıcaklığa göre düzeltilmiş değer nedir?

Cevap:

%A= 11,9- (17,5-15.5) . 0.18 = 11.5

Resim 1.8: Alkolimetre

1.4.4. Piknometre ile Özgül Ağırlık Tayini

Piknometreler küçük, hafif ve genelde camdan yapılmış kaplardır. Aynı hacimdeki su ve sıvının aynı sıcaklıktaki ağırlıklarının oranı özgül ağırlığı verir. Özgül ağırlık tayini için Çeşitli piknometreler bulunmaktadır.

- **Boot tipi piknometreler:**

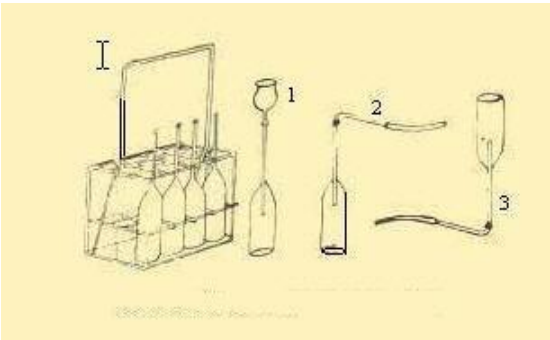
Bunlar, kapaklı olup kapağın içinde bir kapiler boru vardır. Ayrıca üzerinde bir de muhafaza kapağı olur. Bunların büyük bir kısmı çift cidarlıdır. İki cidar arasındaki hava alınmıştır. Bu nedenle de özgül ağırlığı tayin edilecek sıvı, istenilen sıcaklık derecesine getirildikten sonra piknometreye koyularak bu sıcaklık muhafaza edilebilir.

Resim 1.9: Boot tipi piknometre

Piknometrenin içinin yıkanması ve aynı ısı derecesinde olması için piknometre 1-2 defa analizi yapılacak sıvı ile çalkalanır. Daha sonra ağzına kadar sıvı ile doldurularak kapak yerleştirilir. Kapak yerleştirilirken fazla gelen sıvı, kapaktaki kapiler borudan yükselerek dışarı çıkar. Serçe parmağın ucu ile kapağın üstü silinir. Piknometrenin üstü temiz bir bezle silinip kurulanır ve tartılır. Dış hararet yüksek olduğu takdirde piknometredeki sıvı kapiler borudan yükselerek kapağın üzerinde damlacık hâlinde toplanırsa da bu damlacık silinmez ve öyle tartılır. Boot tipi piknometreler özellikle rutin analizlerde işte sürat sağladığından tercih edilir.

- **Reischauner tipi piknometreler:**

Bu tip piknometreler şekilden de görüldüğü geniş bir gövde ile ince uzun boyun kısmından ibaret olup boyun kısmının ortasında bir çizgi vardır.



Şekil 1.2: Reischauer piknometre takımı

- Piknometre doldurma hunisi
- Piknometredeki sıvıyı çizgisine getirmekte kullanılan kılcal boru
- Piknometredeki sıvının kılcal boru ile boşaltılması

Standart Reischauer tipi piknometrelerin boyun kısmı 65-85 mm, yüksekliği 140-160 mm, boyun iç çapı 2,5-3,5 mm'dir. İşaret çizgisi, boynun yukardan 25-35 mm aşağısındadır.

Su kapasitesi 20 ºC'de 48-50 g'dır.

Piknometrenin Kullanılması:

Piknometrede bulunan suyun ağırlığına o piknometrenin "su kıymeti" denir. Piknometrenin su kıymetini bulmak için ilk önce boş piknometre sabit ağırlığa getirilerek darası bulunur. Daha sonra piknometre yeni kaynatılmış ve soğutulmuş damıtık su ile çizginin biraz üstüne kadar doldurulur. Özgül ağırlık 20 ºC sıcaklığa göre verildiği için deneylerin bu sıcaklığa ayarlı su banyosunda gerçekleştirilmesi tavsiye edilir. Su banyosundaki suyun piknometrenin boğazındaki çizginin biraz üstüne çıkacak kadar dolu olmasına dikkat edilir.

Piknometrenin içinde bulunduğu müddetçe su banyosundaki ısının 20 ºC + 0,1 derece kalması sağlanır. Piknometredeki dış ısıyı tamamen alması için 30 dakika su banyosunda bekletilir. Kılcal boru yardımı ile su seviyesi tam çizgiye getirilir. İçerisinde hava kabarcığının kalmamasına dikkat edilmelidir. Daha sonra piknometrenin dış çeperi iyice kurutularak 4 haneli bir terazide tartım alınır.

Örneğin, sabit tartıma getirilmiş piknometrenin kendi darası 21,3515 g ve su ile beraber tartıldığında ise 71,3853 gram geliyorsa olsa;

Piknometre su kıymeti:

71,3853 – 21,3515 = 50,0338 g olur ki bu da piknometrenin hacmi demektir.

Daha sonra yoğunluğunu tayin edilecek sıvı ile piknometre birkaç defa çalkalanır ve sıvı çizgisinin biraz üstüne kadar doldurulur. Aynı şekilde su banyosunda aynı derecede bekletilerek ve aynen su gibi tartılır.

Dara çıktıktan sonra sıvının ağırlığı 49,9842 g ise sıvının özgül ağırlığı;
= 49,9842 / 50,0338 = 0,9990 g/ml olarak verilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Size verilen sıvının dansimetre ile yoğunluğunu bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Yoğunluğu ölçülecek sıvıyı mezüre koyunuz. 	➢ İş önlüğünüzü giyiniz. ➢ Çalışma ortamınızı temizleyiniz.
➢ Uygun dansimetreyi ve mezürü seçiniz. 	➢ Örneğe uygun dansimetreyi seçiniz. ➢ Dansimetrenin boyutlarına uygun mezürü seçiniz.
➢ Mezüre yoğunluğu ölçülecek sıvıyı koyunuz. 	➢ Mezürü uygun temizlik maddesi ile yıkayarak kurulayınız. ➢ Mezüre koyduğunuz sıvının sıcaklığını ölçüp kaydediniz.

➢ Dansimetreyi sıvının içine bırakınız. 	➢ Dansimetreyi sıvının içine yavaşça bırakınız. ➢ Dansimetrenin boyun kısmının ıslatılmadan yüzey üzerinde kalmasına dikkat ediniz.
➢ Dansimetreden sıvının yoğunluğunu okuyunuz. 	➢ Okumayı dansimetrenin dikey salınımı durduktan sonra yapınız. ➢ Okuma yaparken dansimetrenin boyuna tırmanan sıvıyı göz önüne almamaya dikkat ediniz. ➢ Gözünüzü tam sıvı yüzeyi düzeyine getirerek okumayı gerçekleştiriniz. ➢ Okuduğunuz değeri kaydediniz. ➢ Kullanılan araç gereci temizleyip yerine kaldırınız.
➢ Gerekli düzeltmeyi yapınız.	➢ Sıcaklık düzeltme katsayısı ile gerekli hesaplamaları yapınız. ➢ Örnek sıcaklığı dansimetre sıcaklığından yüksek ise hesapladığınız sıcaklığın düzeltmesini okunan değerin üzerine ekleyiniz. ➢ Örnek sıcaklığı düşükse değerden çıkarınız.
➢ Sonuçları rapor ediniz.	➢ Yaptığınız düzeltmelerle yoğunluğu hesaplayınız. Bulduğunuz sonuçları rapor hâline getiriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Yoğunluğu ölçülecek sıvıyı mezüre koydunuz mu?		
2.	Uygun dansimetre seçtiniz mi?		
3.	Mezüre yoğunluğu ölçülecek sıvıyı koydunuz mu?		
4.	Dansimetreyi sıvının içine bıraktınız mı?		
5.	Dansimetreden sıvı yoğunluğunu okudunuz mu?		
6.	Sıcaklık düzeltme katsayısı ile gerekli hesaplamaları yaptınız mı?		
7.	Sonuçları rapor ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme" ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kütlesi 3 g, hacmi 10 cm^3 olan sıvı ile kütlesi 6 g, hacmi 8 cm^3 olan sıvı karıştırıldığında karışımın özkütlesi kaç cm^3 olur?

A) 0.5
B) 0.3
C) 0.2
D) 0.1

2. Aşağıdakilerden hangisi sıvıların özelliği değildir?

A) Konulduğu kabın hacmini alır.
B) Birbiri içinde yayılır.
C) Sıvı molekülleri serbestçe hareket edemez, yer değiştiremez.
D) Sıvılarda basıncın etkisi çok azdır.

3. Aşağıdakilerden hangisi aerometre değildir?

A) Dansimetre
B) Bomemetre
C) Alkolimetre
D) Termometre

4. Sıvıların hacimleri, sıcaklık değişikliklerinden etkilendiği için yoğunluk tayini genellikle kaç santigrat derecede yapılmalıdır?

A) 10 ºC veya 15,6 ºC
B) 20 ºC veya 15,6 ºC
C) 25 ºC veya 15,6 ºC
D) 30 ºC veya 15,6 ºC

5. Sıvıları birbirinde ayırt etmenin en kolay yolu aşağıdakilerden hangisidir

A) Kristal yapısı
B) Sıcaklığı
C) Yoğunluğu
D) Kabın şekli

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. ( ) Termometre, sıvılarda yoğunluk ölçümünde kullanılmaz.

7. ( ) Bome aerometresi, yoğunluk ve şekere göre kalibre edilmiştir.

8. ( ) Sıcaklık düzeltmesi areometrenin ayar edildiği sıcaklık üzerinden okunur.

9. ( ) Piknometreler küçük, hafif ve genelde camdan yapılmış kaplardır.

10. ( ) Aerometrelerde skala 0-30 arasında eşit olarak bölünmüştür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında kuralına uygun olarak sıvıların viskozitesini bulabilecek siniz.

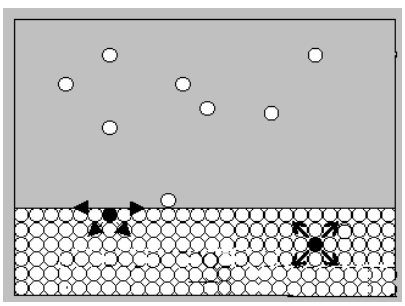
ARAŞTIRMA

- Göller buz tuttuğunda sadece yüzeyi buz tutar. Gölün altında canlılar hayatlarını devam ettirir. Bunun nedenlerini araştırınız.
- Yağmur damlaları ne şekilde yeryüzüne iner? Neden bu şekli alır? Araştırınız.
- Ostwald viskosimetresi hangi sanayilerde kullanılır? Araştırınız.

2. YÜZEY GERİLİMİ VE VİSKOZİTE

2.1. Yüzey Gerilimi ve Ölçme Metotları

Sıvı içindeki bir molekül, komşu sıvı molekülleri tarafından ortalama olarak aynı kuvvetle çekilir. Bu yüzden hiçbir kuvvetin etkisi altında değilmiş gibi hareket eder. Yüzeydeki sıvı molekülleri ise sadece sıvı tarafındaki molekülleri içe doğru çeker. Bu çekim, sıvı yüzeyinin daralmasına sebep olur. Minimum enerji prensibine göre sıvı yüzeyi en küçük konuma gelmeye çalışır. Bu özelliğe yüzey gerilimi (γ) denir. Öyleyse yüzey gerilimi için atom veya moleküller arasındaki çekme kuvvetinin yüzeydeki geometrik dengesizliğinin ve asimetrisinin sonucudur denebilir. Kütlesel çekim kuvvetinin olmadığı bir yere örneğin uzay boşluğuna bırakılan bir miktar sıvı, küre şeklini alarak hemen en küçük yüzey alanına sahip olur.



Şekil 2.1: Bir damla sıvının küre şeklini alması

Sıvının içindeki moleküller üzerine etkiyen çekim kuvvetlerinin bileşkesi 0 olduğu hâlde sıvı yüzeyindeki moleküller sıvı içine doğru çeken net bir kuvvetin etkisi altındadır.

Yüzey gerilimi, fizikokimyada bir sıvının yüzey katmanının esnek bir tabakaya benzer özellikler göstermesinden kaynaklanan etkiye verilen adıdır. Bu etki, böceklerin su üzerinde yürümesine olanak verir. Bir gazla bir sıvının ya da birbirleriyle karışmayan iki sıvının temas yüzeyleri gerilmiş esnek bir zara benzer. Bu gerilim likidin serbest yüzüne ait ise buna yüzey gerilimi, iki sıvının sınır yüzeyine ait ise ara yüzey gerilimi yüzeyler arası gerilim adını alır.

$$\text{Yüzey Enerjisi} = \frac{\text{Yüzey İşi}}{\text{Yüzey}} = \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2} = \frac{\text{dyn}}{\text{cm}}$$

Resim 2.1: Sıvı yüzeyinde hareket edebilen bir böcek

Sıvının yüzündeki bir molekül ele alınırsa buhar fazdaki birim hacme düşen molekül sayısı, sıvı fazdakinden çok daha az olduğundan zar biçimini alır. Yüzey geriliminin etkisi altındaki sıvı yüzeyi, sıvının öteki kısımlarından farklı özellikler taşır.

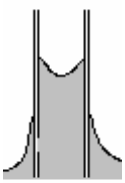
Bilimsel tanımla sıvı yüzeyinde birim uzunluğu gergin tutan kuvvete yüzey gerilimi denir. Yüzey gerilimi birimi santimetre başına dyn olarak verilir. Yüzey gerilimi etkisiyle sıvı mümkün olduğu kadar yüzeyini küçültmeye çalışır. En küçük yüzey gösteren şekil küre olduğundan damlayan sıvı küresel bir şekil gösterir. Büyük damlaların şekli yüzey geriliminden başka kuvvetlerin etkisi altında bozulmuştur. Büyük miktardaki sıvılar, bulunduğu kabın şeklini alır, bu gibi sıvıların şekilleri üzerine yüzey gerilimi ancak kabın kenarları yakınında hafifçe etki eder. Sıvı yüzeyinde denkleşmemiş kuvvet alanları bulunur, molekül sıvının içerisine doğru çekilir ve sıvının yüzü gergin bir şekil alır.

Resim 2.2:Damlayan sıvının yüzey gerilimi

Dar tüplerde gözlenen sıvı yükselme ve alçalması olan kapilarite olayının nedeni de yüzey gerilimidir. Bunun sonucu olarak yüzeydeki moleküller sıvı içine doğru yüzeye dik olarak çekilir. Sıvı yüzeyi bir gerilim altında bulunur. Bu, sıvı yüzeyinde her noktada ve her yönde aynıdır.

Yüzey gerilimi sadece sıvılar için söz konusu değildir. Benzer gerilimler, muhtelif fazlar arasındaki bütün yüzeylerde mevcuttur. Bu hâlde yüzeyler arası gerilim veya yüzeyler arası enerji söz konusudur. Örneğin; katı-sıvı, katı-gaz, sıvı-gaz, sıvı-sıvı yüzeyler arası gerilimleri gibi. Özel olarak kaydedilmedikçe sıvı-hava yüzey gerilimi söz konusudur. Bu hâlde hava o sıvının o sıcaklıktaki buharı ile doygundur. Yüzey gerilimi her maddeye has özelliktir. Hava yerine başka gazlar alınırsa genellikle yüzey geriliminin büyüklüğü değişir.

Sıvı ile cam arasındaki çekim kuvvetlerine adezyon kuvvetleri denir. Kılcal boruda yükselmeye bu adezyon kuvvetleri yol açmaktadır. Örneğin, alttaki şekilde görüldüğü gibi kılcal boruya su konulmuştur.



Şekil 2.2: Adezyon

Şekil 2.3: Kohezyon

Sıvı molekülleri arasındaki çekim kuvvetlerine kohezyon kuvvetleri adı verilir. Kılcal boruda alçalmaya yol açan bu kohezyon kuvvetleridir. Örneğin, alttaki şekilde görüldüğü gibi kılcal boruya cıva konulmuştur.

2.1.1. Stalagmometre ile Yüzey Gerilim Ölçümü

Yüzey gerilimini belirlemede çeşitli yöntemler vardır. Bunlardan biri damla kütlesi ve damla sayma yöntemidir. Yönteme göre kılcal bir borudan düşen damlanın kütlesi (mg) tam düşme anında, borunun çevresindeki sıvının yüzey gerilim kuvvetine eşit olur. Bunun için Traube stalogmometresi kullanılabilir. Katı yüzeyi ıslatan sıvılar, kılcal bir borudan yavaş yavaş akıtılırken damlalar hâlinde düşer. Damla oluşmasında etkin kuvvet, yüzey gerilim kuvvetidir.

Dış yarıçapı r olan kapiler boruda m kütleli damlanın tam düşme anında damla üzerine etkiyen yer çekim kuvveti, havanın kaldırma ve yüzey gerilim kuvvetlerinin bileşkesi sıfır olmaktadır. Havanın kaldırma kuvveti ihmal edilebilir, yer çekim ve yüzey gerilim kuvvetlerinin yönleri dikkate alınırsa;

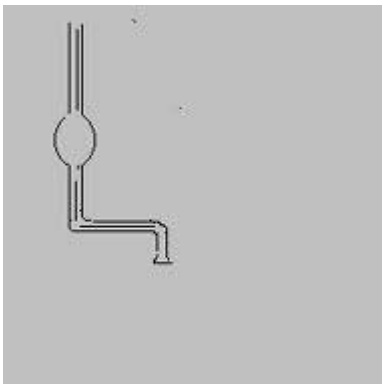
mg=2prg denklemi yazılabilir.

Denklemdeki g yer çekim ivmesi, g yüzey gerilimidir. Kılcal borunun dış yarıçapını kesin belirlemek güç olduğu için yüzey gerilimi bilinen bir sıvı ve bilinmeyen diğer bir sıvı için ayrı ayrı denklem yazılır ve taraf tarafa oranlanırsa $m_1 / m_2 = g_1 / g_2$ denklemi elde edilir.

Tek bir damlanın tartımından gelecek hatayı azaltmak için n damla düşülerek tartılır ve bir damlanın ortalama ağırlığı bulunur. Kapiler borudan düşen damlanın boru ile birleştiği yerden kopmamasından kaynaklanan hatayı minimuma indirmesi ve hızlı netice alınması nedeniyle damla sayımı metodu Traube stalagmometre laboratuvar deney düzeneğinde yüzey gerilim tayininde yaygın şekilde kullanılır. Şekil 2.4'te görüldüğü gibi stalagmometrenin belirli bir hacmi vardır. Bu sabit hacimdeki sıvının damla sayısı sayılarak yüzey gerilimi bilinmeyen sıvının aşağıdaki denklemlerle yüzey gerilimi hesaplanır.

n_1, n_2 damla sayısı; p_1, p_2 sıvıların yoğunlukları, g_1, g_2 sıvıların yüzey gerilimleridir.

$g_1 / g_2 = n_2\, p_1 / n_1\, p_2$



Şekil 2.4: Traube stalogmometresi

2.2. Viskozite

Akışkanların akmaya karşı gösterdiği dirence viskozite denir. Aynı koşullarda viskozitesi küçük olan sıvılar, viskozitesi büyük olan sıvılara göre daha hızlı akar.

Her sıvıda viskozite denen bir özellik vardır. Yüksek viskozitesi olan bir sıvının dökülmesi zordur. Viskozite, bir nesnenin bir sıvı içinden geçişini engelleme eğilimindedir ve iki katı yüzey arasındaki sürtünmenin etkisine benzetilebilir.

Bir sıvının ısısı azaldıkça viskozitesi artar. Böylece soğuk suyun viskozitesi sıcak suyunkinden daha yüksektir. Bir sıvının içinden geçmekte olan bir nesneye etki yapan viskozite kuvveti nesnenin hızı arttıkça artar.

Sıvıların viskozluğu molekül yapıları ve moleküller arası etkileşmelerle yakından ilgilidir. Herhangi bir boru içinde akan bir sıvının akış hızı, akımı sağlayan yürütücü kuvvet ile akımı engellemeye çalışan direncin büyüklüğüne bağlıdır.

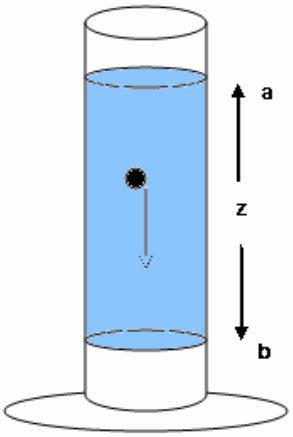
2.2.1. Sıvının Viskozitesi Üzerine Sıcaklık ve Basınç Etkisi

Çoğu sıvıların viskozitesi, artan sıcaklıkla azalır. Boşluk (hole) teorisine göre bir sıvı içerisinde boşluklar bulunmaktadır ve moleküller sürekli boşluklara doğru hareket eder. Bu olay akışa izin verir fakat bir molekülün bir boşluğa taşınması bir aktivasyon enerjisine ihtiyaç duyduğundan enerji gerektirir. Yüksek sıcaklıklarda aktivasyon enerjisi daha kolay temin edileceğinden sıcaklık yükseldikçe sıvı daha kolay akar. Diğer yandan artan basınçla bir sıvının viskozitesi artar çünkü basıncın artırılması sıvı içerisindeki boşluk sayısını azaltır ve bunun sonucu moleküllerin hareketi zorlaşır.

2.2.2. Stokes Yasası

Viskoz bir sıvı yüzeyinden ilk hızsız olarak bırakılan küçük bir küresel cisme etki eden kuvvet, sıvının kaldırma ve iç sürtünme kuvvetine bağlı olarak cisme ivme kazandırır. Aşağı yönlü bileşke kuvvet gittikçe azalır ve kısa bir süre sonra sıfır olur.

Bundan sonra cisim sahip olduğu hızla (limit hız) hareketini düzgün doğrusal olarak sürdürür, buna Stokes yasası denir. Bir metal bilyenin sıvı içinde limit düşme hızı ölçülerek de viskozluk bulunabilir. Sıvı içinde düşmekte olan bir metal küre, yer çekimi kuvveti ile buna ters yönde olan Stokes sürtünme kuvvetinin etkisi altındadır. Bu iki kuvvet eşitliğinde küre, limit hıza erişir ve sıvı içinde düzgün doğrusal bir hareketle aşağıya düşer.



Şekil 2.5: Stokes yasası düşme hızı ölçülerek viskozluk tayini

Şekilde görülen belli bir limit hıza ulaşma aralığı geçildikten sonra kürenin a ve b arasındaki z yüksekliğinden limit hızla düşme süresi olan t ölçülür. Buradan;

$$v = \frac{z}{t}$$ limit hızı bulunur.

Küreye etkiyen yerçekimi kuvveti, yani kürenin sıvı içindeki ağırlığı ve Stokes kuvveti eşitlendiğinde viskozite için;

$$\eta = \frac{2.r^2.g.(\rho - \rho')}{9.v} = \frac{2.r^2.g.(\rho - \rho').t}{9.h}$$

bağıntısı ele geçer.

Örnek: 20 ºC sıcaklıkta yoğunluğu 3,051 g/ml olan $9{,}16.10^{-4}$ cm yarıçaplı bir küre, su içinde 50 cm yükseklikten limit hızla 1614,8 saniyede düşüyor. Suyun yoğunluğu 0,9982 g/ml olduğuna göre viskozitesini hesaplayınız.

Çözüm: Verilenler

r = 9.16 10^{-4} cm h = 50 cm
d_k= 3,051 g/ml t = 1614,8 sn
d_{su} = 0,9982 g/ml

$$\eta = \frac{2.r^2.g.(\rho - \rho').t}{9.h}$$

$$\eta = \frac{2.(9{,}16.10^{-4})^2.981.(3{,}051 - 0{,}9982).1614{,}8}{9.50}$$

$$\eta = 1{,}996.10^{-2} \text{ poise olarak hesaplanır.}$$

2.2.3. Kapiler Akma Yöntemi

Hacmi V olan bir akışkan iç yarıçapı r ve uzunluğu l olan bir kılcal borudan t süresinde aktığında akımın hacimsel hızı Hagen- Poiseuille tarafından denklemi ile verilmiştir.

$$\frac{V}{t} = \frac{\Pi r^4 \Delta p}{8\eta l}$$

Birim zamanda akan sıvının hacmi, yani hacimsel hız, borunun yarıçapının dördüncü kuvveti ve borunun iki ucu arasındaki Δp basınç farkı ile doğru orantılıdır. Dinamik viskozite ve boru uzunluğu ile ters orantılıdır. Kılcal boru yere dik tutulduğunda iki ucu arasındaki basınç farkı, yüksekliği h ve yoğunluğu ρ olan sıvının basıncına eşittir. Viskozite çekilirse viskozimetre için bütün sabitler k sabiti içinde toplanır ve aynı viskozimetre kullanıldığında iki ayrı sıvı için ayrı ayrı yazılıp oranlanırsa sonuçta eşitliği elde edilir.

$$\eta'_2 = \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_1 t_1}$$

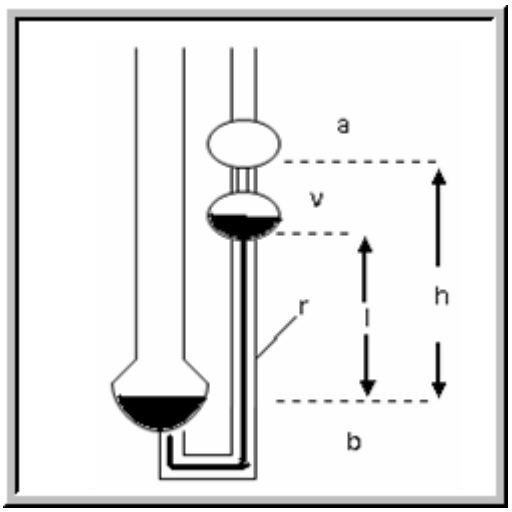
Burada η2' ikinci sıvının birinci sıvıya göre bağıl viskozitesini göstermektedir. Çoğu kez birinci sıvı su alındığında bütün sıvıların suya göre bağıl viskoziteleri verilmektedir. Suyun mutlak viskozitesi η_1 ve diğer sıvının suya göre bağıl viskozitesi η_2' bilindiğinde aynı sıvının mutlak viskozitesi eşitliğinden hesaplanır.

$$\eta_2 = \eta'_2.\eta_1$$

2.2.4. Oswald Viskozimetresi

Viskozite ölçümü için birbirinden farklı birkaç yöntem vardır. Viskozite ölçmek için kullanılan araçlara **viskozimetre**, viskozite ölçme işlemine ise **viskozimetri** denir. Kılcal viskozimetre, düşen küre viskozimetresi, dönme viskozimetresi ve Engler viskozimetresi çok kullanılan viskozite ölçen araçlardan birkaçıdır. Burada yalnızca Ostwald viskozimetresi adı verilen kılcal viskozimetre ile ölçmeyi göreceğiz.

Bir Ostwald viskozimetresi aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir kolu kılcal olan U şeklinde borudur. Hacmi a ve b çizgileri arasında kalan v değerine eşit olan bir sıvının kılcal borudan akma süresi ölçülerek viskozite tayini yapılır.



Şekil 2.6: Ostwald viskozimetresi

Şekildeki v akan sıvının hacmini, t akma süresini, r kılcalın yarıçapını, h akmanın başladığı andaki hidrostatik yüksekliği, l işaretli iki çizgi arasında kalan kılcalın uzunluğunu, ρ sıvının yoğunluğunu, η ise viskozluğunu göstermektedir.

Böyle bir viskozimetre için k bir sabit olmak üzere;

$$\eta = \frac{\Pi r^4 hg}{8vl}\rho t$$

Fakat Ostwald viskozimetresinde bu kadar fazla sayıda büyüklüğün tam doğru olarak ölçülmesi imkânsızdır. Bunun için sıvıların suya göre bağıl viskoziteleri ölçülerek yapılan hatalar azaltılır.

Örnek: Aynı kılcal viskozimetre kullanıldığında 20 °C'de eşit hacimdeki su ve benzenin akma süreleri sırayla 150 saniye ve 96,0 saniye olarak bulunmuştur. Bu sıcaklıkta su ve benzenin yoğunlukları sırayla 1 g/cm^3 ve 0,879 g/cm^3 tür. 20 °C'de suyun mutlak viskozitesi 10,48.10-3 poise olduğuna göre verilen sıcaklıkta benzenin bağıl ve mutlak viskozitesini hesaplayınız.

Verilenler:

t_{su}= 150 t_{benzen}=96 sn.

d_{su}= 1 g/cm^3 d_{benzen}=0,879 g/cm^3

η_{su}=10,48.10-3 poise

$$\eta_2' = \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\rho_2 t_2}{\rho_1 t_1}$$

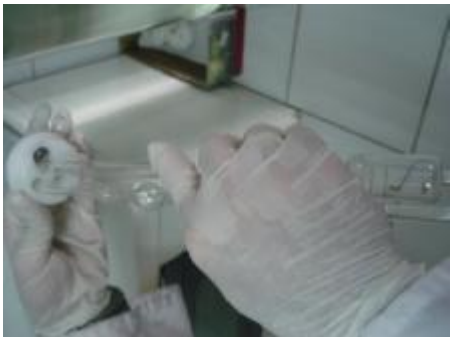
$$\eta_2' = \frac{96.0,879}{1.150} = 0,5626 \text{ poise}$$

$$\eta_2 = \eta_2' \eta_1$$

$$\eta_2 = 0,5626.(10,05.10^{-3}) = 5,6541.10^{-3} \text{ poise}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

Size verilen sıvının viskozitesini bulunuz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Oswald viskozimetresinin konacağı yağ banyosunu hazırlayınız. 	➢ Laboratuvar önlüğünüzü giyiniz. ➢ Çalışma ortamınızı temizleyiniz.
➢ Temiz oswald viskozimetresi alınız. 	➢ Ostwald viskozimetresini aldığınız yerden dikkatli çıkarınız.
➢ Oswald viskozimetresini hazırlayınız. 	➢ Ostwald viskozimetresini hazırlarken cam boruların kırılmamasına dikkat ediniz.

➢ Oswald viskozimetresini yağ banyosuna yerleştiriniz. 	
➢ Kılcal borudaki akış zamanını ölçmek için kronometre alınız. 	➢ Kronometreyi ölçüm yapmadan önce sıfırlamayı unutmayınız.
➢ Viskozitesi bulunacak sıvıyı şırıngayla çekiniz. 	➢ Viskozitesini ölçeceğiniz sıvıya göre şırınga seçiniz.

➢ Viskozitesi ölçülecek sıvı ile Oswald viskozimetresini doldurunuz. 	➢ Şırıngadan sıvıyı aktarırken doğru cam borudan aktarmaya dikkat ediniz.
➢ Oswald viskozimetresinde viskozitesi ölçülecek sıvıyı puarla çekerek akmanın sağlanacağı bölüme getiriniz. 	➢ Sıvıyı çekerken puarın içine sıvı kaçırmamaya dikkat ediniz.
➢ Sıvı ilk seviyeden akmaya başladığı an kronometreye basınız. 	➢ Sıvının üst çizgiden itibaren akmasına dikkat ediniz.

➢ Sıvı ikinci seviyeye geldiği an kronometreyi durdurunuz. 	➢ Sıvı alt çizginin altına inmeden kronometreyi durdurmaya dikkat ediniz.
➢ Sıvının viskozitesi ölçüldükten sonra yağ banyosunu kapatıp soğumaya bırakınız. 	➢ Yağ banyosu soğumadan viskozimetreyi almayınız.
➢ İşleminiz bittiğinde viskozimetreyi temizleyiniz. 	➢ Kullanılan araç gereci temizleyip yerine kaldırınız.
➢ Hesaplama yapınız.	➢ Matematiksel değerlendirme yapınız.
➢ Sonuçları rapor ediniz.	➢ Amacınızı, işlem basamaklarınızı sonucunuzu içeren raporu hazırlayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Oswald viskozimetresinin konacağı yağ banyosunu hazırladınız mı?		
2. Temiz oswald viskozimetresi aldınız mı?		
3. Oswald viskozimetresini hazırladınız mı?		
4. Oswald viskozimetresini yağ banyosuna yerleştirdiniz mi?		
5. Kılcal borudaki akış zamanını ölçmek için kronometre aldınız mı?		
6. Viskozitesi bulunacak alkolü şırıngayla çektiniz mi?		
7. Viskozitesi ölçülecek sıvı ile Oswald viskozimetresini doldurdunuz mu?		
8. Oswald viskozimetresinde viskozitesi ölçülecek alkolü puarla çekerek akmanın sağlanacağı bölüme getirdiniz mi?		
9. Sıvı ilk seviyeden akmaya başladığı an kronometreye bastınız mı?		
10. Sıvı ikinci seviyeye geldiği an kronometreyi durdurdunuz mu?		
11. Sıvının viskozitesi ölçüldükten sonra yağ banyosunu kapatıp soğumaya bıraktınız mı?		
12. İşleminiz bittiğinde viskozimetreyi temizlediniz mi?		
13. Hesaplama yaptınız mı?		
14. Sonuçları rapor ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme" ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Akışkanın akmaya karşı gösterdiği dirence viskozite denir.

2. ( ) Sıvı ile cam arasındaki çekim kuverlerine kohezyon kuvvetleri denir.

3. ( ) Boşluk (hole) teorisine göre bir sıvı içerisinde boşluklar bulunmaktadır ve moleküller sürekli boşluklara doğru hareket eder.

4. ( ) Yüzey gerilimi sadece sıvılar için söz konusudur.

5. ( ) Sıvı yüzeyinde birim uzunluğu gergin tutan kuvvete yüzey gerilimi denir.

6. ( ) Yüksek sıcaklıklarda aktivasyon enerjisi daha kolay temin edileceğinden sıcaklık yükseldikçe sıvı daha kolay akmaz.

7. ( ) Damla akma yüzey gerilim ölçümü stalagmometre ile yapılır.

8. ( ) Dinamik viskozite, boru uzunluğu ile doğru orantılıdır.

9. ( ) Yüzey gerilimi birimi santimetre başına dyn olarak verilir. Yüzey gerilimi etkisiyle sıvı mümkün olduğu kadar yüzeyini küçültmeye çalışır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Sıvı ile cam arasındaki çekim kuverlerine adezyon kuvvetleri denir.

2. ( ) Damla akma yüzey gerilim ölçümü piknometre ile yapılır.

3. ( ) Dinamik viskozite boru uzunluğu ile ters orantılıdır.

4. ( ) Akışkanın akmaya karşı gösterdiği dirence hız denir.

5. ( ) Sıvı yüzeyinde birim uzunluğu gergin tutan kuvvete yüzey gerilimi denir.

6. ( ) Sıvılar, yoğunlaşmış gazlar ya da düzensiz katılar olarak düşünülemez.

7. ( ) Sıvının koyulacağı silindirin hacmi areometreye uygun olmalıdır. Areometre, kabın çeperlerine çarpmadan serbestçe yüzebilmelidir.

8. ( ) Bir sıvı damlasının bir yüzeyi ıslatması ya da yüzey üzerinde küresel biçimde kalması, iki doğrultudaki kuvvetin büyüklüğüne bağlıdır.

9. ( ) Sıvıların çoğunluğu oda sıcaklığında moleküler hâldedir.

10. ( ) Sıvıları birbirinden ayırt etmenin en kolay yolu yoğunluğunu bulmaktır. Sıvıların yoğunluğu dansimetre ya da piknometre ile ölçülür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	**A**
2	**D**
3	**D**
4	**B**
5	**C**
6	**YANLIŞ**
7	**YANLIŞ**
8	**DOĞRU**
9	**DOĞRU**
10	**YANLIŞ**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	**DOĞRU**
2	**YANLIŞ**
3	**DOĞRU**
4	**YANLIŞ**
5	**DOĞRU**
6	**YANLIŞ**
7	**DOĞRU**
8	**YANLIŞ**
9	**DOĞRU**

MODÜL DEGERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	**DOĞRU**
2	**YANLIŞ**
3	**DOĞRU**
4	**YANLIŞ**
5	**DOĞRU**
6	**YANLIŞ**
7	**DOĞRU**
8	**YANLIŞ**
9	**DOĞRU**
10	**DOĞRU**

KAYNAKÇA

- DEMİR Mustafa, Şahinde DEMİRCİ, Ali USANMAZ, **Anorganik Kimya**, 4. Akşam Sanat Okulu Matbaası, Ankara, 2002.
- ERDİK Ender, Yüksel SARIKAYA, **Temel Üniversite Kimyası**, Özkan Matbaacılık, Ankara, 1993.
- OXLADE Chris, Stockley CORİNNE, **Mikroskop,** Tübitak Yayınları, Ankara.
- http://egitek.meb.gov.tr
- http://www.skoool.meb.gov.tr
- www.aof.edu.tr.